

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGISIAN DAYA BATERAI
MENGUNAKAN BOOST CONVERTER SEBAGAI MAXIMUM POWER
POINT TRACKING CONTROLLER BERSUMBER SOLAR CELL PADA
MOBIL LISTRIK KAMPUS**

TUGAS AKHIR

**Disusun dan Diajukan sabagai salah satu persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Diploma III Teknik Listrik**



**Disusun Oleh :
Nama : Ervan Dilla Dwi Cahyo
Nim : 1752015**

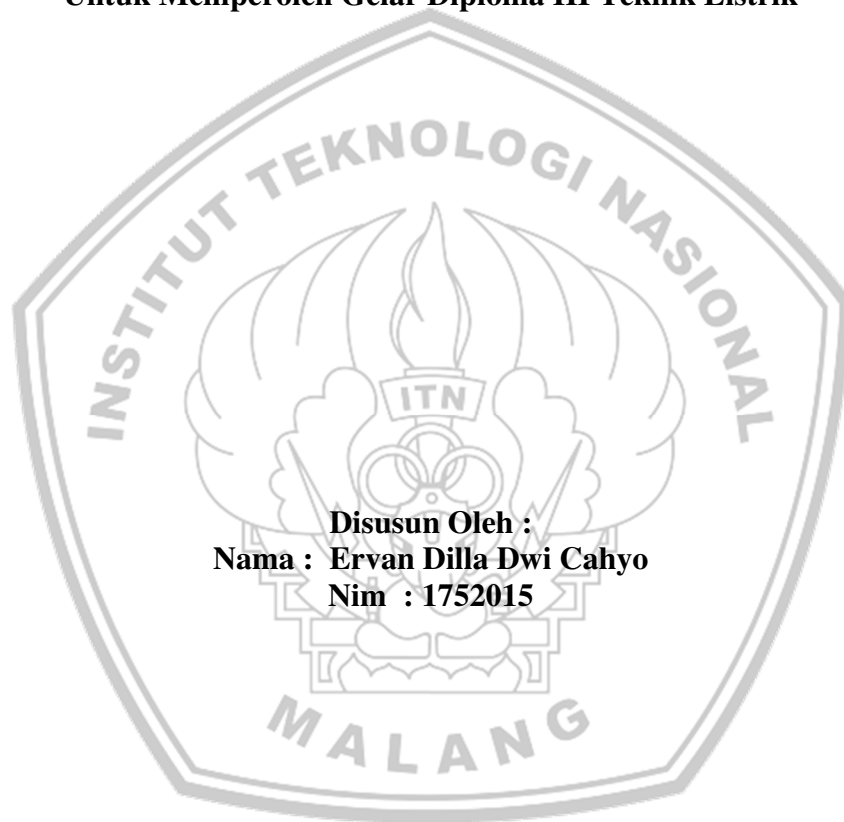
**PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK D-III
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2020

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGISIAN DAYA BATERAI
MENGUNAKAN BOOST CONVERTER SEBAGAI MAXIMUM POWER
POINT TRACKING CONTROLLER BERSUMBER SOLAR CELL PADA
MOBIL LISTRIK KAMPUS**

TUGAS AKHIR

**Disusun dan Diajukan sabagai salah satu persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Diploma III Teknik Listrik**



**Disusun Oleh :
Nama : Ervan Dilla Dwi Cahyo
Nim : 1752015**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK D-III
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2020

LEMBAR PERSETUJUAN

RANCANG BANGUN SISTEM PENGISIAN DAYA BATERAI MENGUNAKAN BOOST CONVERTER SEBAGAI MAXIMUM POWER POINT TRACKING CONTROLLER BERSUMBER SOLAR CELL PADA MOBIL LISTRIK KAMPUS

TUGAS AKHIR

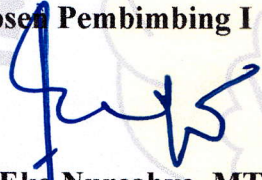
*Disusun dan diajukan untuk melengkapi dan memenuhi persyaratan
guna mencapai gelar Ahli Madya*

Disusun oleh :

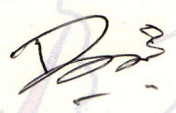
ERVAN DILLA DWI CAHYO
NIM : 1752015

Diperiksa dan Disetujui,

Dosen Pembimbing I


Ir. Eko Nurcahyo, MT
NIP.Y. 1028700172

Dosen Pembimbing II


Bima Romadhon Parada Dian Palevi, ST., MT.
NIP.P 103 19 00575

**Mengetahui,
Wakil Dekan I FTI**



Sibut, ST, MT
NIP. P. 1030300379

**PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK DIII
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2020

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

N a m a : Ervan Dilla Dwi Cahyo
NIM : 1752015
Program Studi : Teknik Listrik DIII
Perguruan Tinggi : Institut Teknologi Nasional Malang
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Sistem Pengisian Daya Baterai Menggunakan
*Boost Converter Sebagai Maximum Power Point Tracking
Controller Bersumber Solar Cell* Pada Mobil Listrik Kampus

Dengan ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa judul maupun isi dari Tugas Akhir yang saya buat adalah hasil karya sendiri, tidak merupakan Plagiasi dari karya orang lain. Dalam Tugas Akhir ini tidak memuat karya orang lain, kecuali dicantumkan sumbernya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat, dan apabila dikemudian hari pernyataan ini tidak benar saya bersedia menerima sanksi akademik.

Malang, 14 Agustus 2020

Yang menyatakan,



(Ervan Dilla Dwi Cahyo)

NIM. 1752015

**“RANCANG BANGUN SISTEM PENGISIAN DAYA BATERAI
MENGUNAKAN BOOST CONVERTER SEBAGAI MAXIMUM POWER
POINT TRACKING CONTROLLER BERSUMBER SOLAR CELL PADA
MOBIL LISTRIK KAMPUS”**

(Ervan Dilla Dwi Cahyo 1752015 Teknik Listrik DIII)

(Dosen Pembimbing 1 : Ir. Eko Nurcahyo, MT)

(Dosen Pembimbing 2 : Bima Romadhon Parada Dian Palevi. ST.,MT)

ABSTRAK

Mobil listrik dapat memanfaatkan energi matahari sebagai solusi alternatif pengisian baterai. Sistem pengisian daya baterai dibuat dengan topologi *Boost Converter* yang difungsikan sebagai *MPPT Controller. Maximum Power Point Tracking* (MPPT) untuk menjaga titik kerja panel surya, *boost converter* sebagai pengatur tegangan keluaran dari panel surya untuk menjaga titik kerja panel surya tetap pada titik MPP. Sistem pengisian daya baterai menggunakan mikrokontroler sebagai pusat kendali untuk menaikkan tegangan luaran solar cell secara otomatis. Tegangan output dari sistem pengendali ini dijaga sesuai standar tegangan pengisian baterai. Adapun hasil dari penelitian yang dilakukan sistem yang dirancang berjalan dengan baik. pengujian sistem pengisian daya baterai mencapai efisiensi 80 % saat intensitas matahari tinggi yaitu pada pukul 10.00 sampai 14.00. Setelah pemasangan *boost converter MPPT controller*, dapat mempertahankan tegangan keluaran dari modul *solar cell* disekitar nilai maksimum 1-2 V dari tegangan actual baterai dan mampu mengisi baterai hingga 16.97 %.

Kata Kunci : *solar cell*, mikrokontroler, *boost converter*, MPPT, baterai

“DESIGN AND BUILD A BATTERY CHARGING SYSTEM USING BOOST CONVERTER AS A MAXIMUM POWER POINT TRACKING CONTROLLER WITH SOLAR CELL SOURCE ON CAMPUS ELECTRIC CARS”

(Ervan Dilla Dwi Cahyo 1752015 Teknik Listrik DIII)

(Dosen Pembimbing 1 : Ir. Eko Nurcahyo, MT)

(Dosen Pembimbing 2 : Bima Romadhon Parada Dian Palevi. ST.,MT)

ABSTRACT

Electric cars can use solar energy as an alternative solution for charging batteries. The battery charging system is made with a Boost Converter topology which functions as an MPPT Controller. Maximum Power Point Tracking (MPPT) to maintain the working point of the solar panels, Boost Converter as a regulator of the output voltage of the solar panels to keep the working point of the solar panels at the MPP point. The battery charging system uses a microcontroller as a control center to increase the solar cell output voltage automatically. The output voltage of this control system is maintained according to the battery charging voltage standard. The results of the research conducted by a system that is designed to run well. testing of the battery charging system reaches an efficiency of 80% when the sun's intensity is high, from 10:00 to 14:00. After installing the boost converter MPPT controller, it can maintain the output voltage of the solar cell module around a maximum value of 1-2 V of the actual battery voltage and can charge the battery up to 16.97%.

Keywords : solar cell, microcontroller, Boost Converter, MPPT, Battery

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam semoga selalu dilimpahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW.

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi Sebagian persyaratan guna memperoleh gelar Ahli Madya, Program Studi Teknik Listrik D3, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang dengan judul :

“Rancang Bangun Sistem Pengisian Daya Baterai Menggunakan Boost Converter Sebagai Maximum Power Point Tracking Controller Bersumber Solar Cell Pada Mobil Listrik Kampus”

Tugas akhir ini dapat diselesaikan tidak lepas dari bantuan dan kerjasama dengan pihak lain. Berkenaan dengan hal tersebut, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua yang senantiasa mendoakan dan memberikan dukungan dengan tulus tiada henti.
2. Bapak Ir. Taufik Hidayat, MT selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Listrik DIII.
3. Bapak Ir. Eko Nurcahyo, MT, selaku dosen pembimbing 1 Tugas Akhir.
4. Bapak Bima Romadhon Parada Dian Palevi. ST.,MT, selaku dosen pembimbing 2 Tugas Akhir.
5. Bapak Ir. M. Abd. Hamid, MT dan Bapak Rachmadi Setiawan ST.,MT selaku dosen penguji.
6. Segenap Dosen Program Studi Teknik Listrik DIII FTI-ITN yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.
7. Sahabat, Saudara-saudara kami, atas motivasi, semangat, bimbingan, doa serta kasih sayang yang selalu tercurah selama ini.
8. Teman-teman angkatan 2017 yang telah memberi dukungan untuk cepat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

9. Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan dan penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis berharap dan berdoa, semoga semua amal baik yang telah diberikan akan diberkahi oleh Allah SWT, sehingga akan menghasilkan suatu hal yang baik di masa mendatang. Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, untuk itu kritik dan saran dari pembaca sangat penulis harapkan untuk perbaikan laporan tugas akhir ini.

Malang, Agustus 2020

Penulis

DAFTAR ISI

COVER TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS TUGAS AKHIR	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	3
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 <i>Maximum Power point Tracking (MPPT)</i>	6
2.2 <i>Boost Converter</i>	6
2.2.1 Prinsip Kerja <i>Boost Converter</i>	7
2.2.2 Analisa Rangkaian <i>Boost Converter</i>	8
2.2.3 <i>Open loop boost converter</i> dan <i>closed loop boost converter</i>	11
2.3 Arduino Nano	11
2.3.1 Pengenalan Arduino Nano	11
2.3.2 Spesifikasi Arduino Nano	12
2.3.3 Sumber Daya.....	12
2.3.4 Pemetaan Pin pada Arduino Nano	13
2.3.5 Memory	13
2.3.6 Input dan Output	13

2.3.7	Komunikasi	15
2.3.8	Pemrograman	15
2.3.9	Arduino IDE.....	16
2.4	Resistor	17
2.5	Induktor.....	18
2.5.1	Macam-Macam Induktor	20
2.6	Kapasitor	22
2.7	Dioda.....	23
2.8	Sel Surya (Solar cell)	23
2.8.1	Sistem Instalasi Sel Surya.....	24
2.8.2	Modul Surya.....	24
2.8.3	Faktor-faktor yang mempengaruhi produksi energi listrik dari sel surya	25
2.9	PWM (Pulse Width Modulation)	26
2.10	Baterai	28
2.10.1	Lead Acid Battery (Baterai Asam).....	28
2.10.2	Kapasitas Baterai	29
2.10.3	Prinsip kerja baterai.....	30
2.11	Gate Driver (IC NE 555).....	32
2.11.1	Oscillator NE 555.....	33
2.12	Hall Effect Current Sensor ACS 758	33
2.13	Voltage Divider.....	34
BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT		36
3.1	Peralatan Yang Digunakan	36
3.1.1	Alat Yang Digunakan	36
3.1.2	Bahan yang digunakan.....	36
3.1.3	Komponen yang digunakan	37
3.2	Alur Perancangan dan Pembuatan Alat.....	38
3.3	Flowchart Sistem	39
3.4	Diagram Blok.....	42
3.5	Perancangan Elektronik	44
3.5.1	Perhitungan perancangan boost converter	44

3.5.2	Perancangan Perhitungan Induktor	46
3.5.3	Perhitungan Voltage Divider	47
3.5.4	Perhitungan oscillator NE 555	48
3.5.5	Perancangan Rangkaian Sensor Arus	49
3.5.6	Skematik Boost Converter MPPT Controller	50
3.5.7	Layout PCB Boost Converter	51
3.5.8	Pembuatan PCB Boost Converter MPPT Controller	52
3.6	Perancangan Perangkat Lunak (Software)	54
3.6.1	Perancangan Program Pembangkit PWM	54
3.6.2	Perancangan Program Pembacaan Sensor Tegangan	55
3.6.3	Perancangan Program Pembacaan Sensor Arus	56
BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA ALAT		57
4.1	Pengujian Solar cell	57
4.2	Pengujian Sensor Tegangan	59
4.3	Pengujian Sensor Arus	61
4.4	Pengujian Tegangan Output Boost Converter	63
4.5	Pengujian Keseluruhan	64
BAB V PENUTUP		74
5.1	Kesimpulan	74
5.2	Saran	74
DAFTAR PUSTAKA		75
LAMPIRAN – LAMPIRAN		77
Lampiran 1. Formulir Perbaikan Tugas Akhir		77
Lampiran 2. Berita Acara ujian Tugas Akhir		78
Lampiran 3. Bukti Plagiarisme		79
Lampiran 4. Hasil Pengujian Keseluruhan		80
Lampiran 5. Program Sistem Keseluruhan		85
Lampiran 6. Dokumentasi Foto		97
Lampiran 7. Datasheet		101
Lampiran 8. Daftar Riwayat Hidup		117

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Topologi <i>Boost Converter</i>	7
Gambar 2.2. Prinsip Kerja <i>Boost Converter</i>	7
Gambar 2.3. Analisa Rangkaian Ketika Saklar ON	8
Gambar 2.4. Analisa Rangkaian Ketika Saklar OFF	9
Gambar 2.5. <i>Open loop</i> dan <i>close loop boost converter</i>	11
Gambar 2.6. Arduino Tampak Depan	11
Gambar 2.7. Arduino Tampak Belakang	12
Gambar 2.8. Pemetaan Arduino Nano	13
Gambar 2.9. Resistor Dan Simbolnya.....	18
Gambar 2.10. Prinsip Kerja Solenoid	21
Gambar 2.11. Kapasitor	22
Gambar 2.12. Dioda	23
Gambar 2.13. Sel Surya	24
Gambar 2.14. Skema hubungan antara <i>solar cell</i> , modul, panel, dan <i>array</i>	25
Gambar 2.15. Grafik pengaruh iradiasi terhadap modul surya	25
Gambar 2.16. Pengaruh <i>shading</i> terhadap modul surya	26
Gambar 2.17. <i>Pulse Width Modulation</i>	27
Gambar 2.18. Prinsip kerja baterai.....	32
Gambar 2.19. Konfigurasi Pin IC NE555	34
Gambar 2.20. Diagram Pin ACS758.....	34
Gambar 2.21. Rangkaian dasar voltage divider	34
Gambar 3.1. Alur Perancangan dan Pembuatan Alat.....	38
Gambar 3.2. <i>Flowchart</i> Cara Kerja Rangkaian.....	41
Gambar 3.3. Diagram Blok	42
Gambar 3.4. Proses Pembuatan Induktor.....	46
Gambar 3.5. Rangkaian Pembagi Tegangan	47
Gambar 3.6. Rangkaian <i>Oscillator</i> NE 555	49
Gambar 3.7. Rangkaian Sensor Arus	49
Gambar 3.8. Skematik <i>Boost Converter MPPT Controller</i>	50
Gambar 3.9. <i>Top Layer</i>	51

Gambar 3.10. <i>Bottom layer</i>	51
Gambar 3.11. Pencetakan Layout PCB ke PCB polos.....	52
Gambar 3.12. Pelunturan Tembaga PCB	52
Gambar 3.13. Pemasangan dan penyolderan komponen	53
Gambar 3.14. PCB Boost Converter MPPT Controller	53
Gambar 3.15. <i>Flowchart</i> Pembangkitan PWM.....	54
Gambar 3.16. <i>Flowchart</i> Pembacaan Sensor Tegangan	55
Gambar 3.17. <i>Flowchart</i> Program Pembacaan Sensor Arus	56
Gambar 4.1. Rangkaian beban Pengujian <i>Solar Cell</i>	57
Gambar 4.2. Grafik <i>Vout</i> dan <i>Iout</i> yang dihasilkan <i>Solar Cell</i>	58
Gambar 4.3. Rangkaian Pengujian Sensor Tegangan	59
Gambar 4.4. Grafik Perbandingan <i>VInput</i> Dan <i>Voutput</i> sensor tegangan.....	60
Gambar 4.5. Rangkaian Pengujian Sensor Arus	61
Gambar 4.6. Grafik Pengukuran Sensor Arus.....	62
Gambar 4.7. Rangkaian Pengujian Boost converter	63
Gambar 4.8. Pengujian Keseluruhan Sistem Pengisian Daya Baterai	64
Gambar 4.9. Rangkaian pengujian keseluruhan.....	65
Gambar 4.10. 6 buah Lead Acid Battery 8V 170 AH yang dirangkai seri menjadi 48 V	66
Gambar 4.11. Grafik tegangan input <i>Solar Cell</i> dan tegangan output <i>Boost Converter</i> Sistem Pengisian Daya Baterai	67
Gambar 4.12. Grafik Arus <i>Boost Converter</i>	67
Gambar 4.13. Grafik tegangan output <i>Boost Converter</i> , tegangan <i>battery actual</i> dan presentase (%) <i>battery actual</i>	68
Gambar 4.14. Grafik tegangan input <i>Solar Cell</i> dan tegangan output <i>Boost Converter</i> Sistem Pengisian Daya Baterai	69
Gambar 4.15. Grafik Arus <i>Boost Converter</i>	70
Gambar 4.16. Grafik tegangan output <i>Boost Converter</i> , tegangan <i>battery actual</i> dan presentase (%) <i>battery actual</i>	70
Gambar 4.17. Grafik tegangan input <i>Solar Cell</i> dan tegangan output <i>Boost Converter</i> Sistem Pengisian Daya Baterai	72
Gambar 4.18. Grafik Arus <i>Boost Converter</i>	72

Gambar 4.19. Grafik tegangan output <i>Boost Converter</i> , tegangan <i>battery actual</i> dan presentase (%) <i>battery actual</i>	73
---	----

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Macam – macam Induktor	20
Tabel 2.2. <i>State of Charge Battery</i>	31
Tabel 3.1. Parameter Perhitungan <i>Boost converter</i>	44
Tabel 3.2. Perhitungan perancangan boost converter	45
Tabel 4.1. Pengujian <i>Solar Cell</i>	58
Tabel 4.2. Pengujian Sensor Tegangan	59
Tabel 4.3. Pengujian Sensor Arus	61
Tabel 4.4. Tabel Pengujian tegangan output boost converter terhadap perhitungan	48
Tabel 4.5. Pengujian Sistem Keseluruhan Hari - 1	66
Tabel 4.6. Pengujian Sistem Keseluruhan Hari - 2	68
Tabel 4.7. Pengujian Sistem Keseluruhan Hari - 3	71